



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 022 556 B3** 2005.10.27

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 022 556.7**

(22) Anmeldetag: **07.05.2004**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **27.10.2005**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **G01R 31/36**

**G01R 19/32, G01R 15/04, G01R 35/00**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Siemens AG, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Graf, Michael, Dr., 93077 Bad Abbach, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 199 47 301 C1**

**DE 102 29 895 B3**

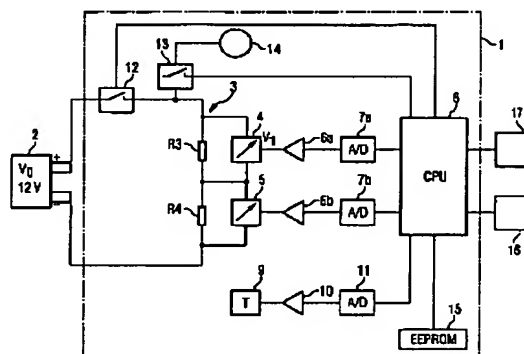
**DE 102 28 806 B3**

**DE 196 44 765 A1**

**EP 14 29 151 A1**

(54) Bezeichnung: **Selbstkalibrierende Vorrichtung zur Spannungsmessung und Verfahren hierfür**

(57) Zusammenfassung: Eine selbstkalibrierende Vorrichtung zur Messung einer Batteriespannung und ein Verfahren hierfür werden geschaffen. Dabei wird die Batteriespannung über einen durch in Reihe geschaltete Widerstände gebildeten Spannungsteiler gebildet. Zum Kalibrieren wird der Spannungsteiler von der Batteriespannung getrennt und stattdessen eine Referenzstrom- oder Referenzspannungsquelle mit dem Spannungsteiler verbunden. Es werden die an dem Spannungsteiler abfallenden Spannungen gemessen und basierend auf den gemessenen Spannungen ein tatsächliches Widerstandsverhältnis der Widerstände des Spannungsteilers berechnet. Der Spannungsteiler wird dann erneut mit der Batteriespannung, die zu messen ist, verbunden und es wird eine Batteriespannung mit Hilfe des Spannungsteilers unter Berücksichtigung des berechneten Widerstandsverhältnisses ermittelt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Spannungsmessung, insbesondere eine selbstkalibrierende Vorrichtung zur Spannungsmessung für einen Batteriesensor in einem Kraftfahrzeug, sowie ein Verfahren hierfür.

**[0002]** In einem elektronischen Batteriemanagementsystem in Kraftfahrzeugen werden im allgemeinen ein Strom, eine Spannung und eine Temperatur gemessen, wobei die Spannung einer Batterie vorzugsweise über einen Widerstandsteiler (Spannungsteiler) gemessen wird. Dabei wird die gemessene Spannung durch das theoretisch bekannte Verhältnis der beiden Widerstände dividiert, um die tatsächliche Spannung zu berechnen.

**[0003]** Die gemessene Spannung hängt jedoch von einem tatsächlichen Verhältnis der beiden Widerstände ab, welches beispielsweise durch Alterungseffekte der Widerstände oder Temperaturänderungen beeinflusst wird.

**[0004]** Neben der Verwendung extrem genauer Widerstände (mit extrem geringer Alterung und einem Temperaturkoeffizienten TK von beispielsweise unter 8 ppm/K), die unverhältnismäßig teuer sind, bietet sich die Möglichkeit, den kompletten Batteriesensor bei verschiedenen Temperaturen zu kalibrieren. Dies wirkt sich jedoch nachteilig auf die Fertigungskosten aus, da der Batteriesensor am Ende der Fertigung eine Temperatorkammer durchlaufen muss, wobei das Problem der Alterung damit noch nicht zufriedenstellend gelöst ist.

**Stand der Technik**

**[0005]** Die DE 199 473 01 C1 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Kalibrierung von Stromsensoren durch Verwendung einer Konstantstromsenke in einem mehrstufigen Verfahren. Hierfür ist es jedoch erforderlich, dass die Konstantstromsenke unter allen Bedingungen hochgenau arbeitet. Eine derartige Konstantstromsenke stellt eine zusätzliche kostentreibende Komponente dar.

**[0006]** Die DE 1 96 447 65 A1 (D1) beschreibt ein Verfahren zum Abgleichen von Messschaltanordnungen, das sehr genau ist, bei dem die Einflüsse etwaiger Fehlerquellen minimiert sind und das mittels eines vergleichsweise robusten Aufbaus durchführbar ist. Dabei wird der Korrekturfaktor der jeweiligen Messschaltanordnung durch Bildung des Quotienten aus dem Soll-Spannungsabfall für den Messwiderstand und dem tatsächlich an der Erfassungseinrichtung ermittelten Spannungsabfall errechnet. Jedoch wird ein exakter Messwiderstand als Messfühler eingesetzt.

**[0007]** In der DE 1 02 298 95 B3 (D2) wird es durch die Ermittlung des Widerstandswertes eines Shuntwiderstandes möglich, anstelle eines teuren Präzisionsshunts einen vom Widerstandswert zunächst nicht genau bekannten, aber kostengünstigen Shuntwiderstand einzusetzen. Der Widerstandswert des Shuntwiderstands, der zur Ermittlung des Ladezustands der Batterie benötigt wird, wird dann zu einem beliebig vorgebbaren Zeitpunkt in gewünschter Genauigkeit ermittelt. Dazu wird in der der Serienschaltung aus Batterie und Shuntwiderstand ein Referenzwiderstand parallel und vorzugsweise kurzzeitig zugeschaltet und die am Shuntwiderstand und am Referenzwiderstand jeweils auftretende elektrische Größe ausgewertet. Der Widerstandswert des Shuntwiderstands kann dadurch mit einer Genauigkeit bestimmt werden, die nur noch von der Genauigkeit der Kenntnis des Widerstandswertes des Referenzwiderstands abhängig ist. Da es sich bei diesem Referenzwiderstand um einen handelsüblichen Standard-Widerstand kleiner Leistung handeln kann, ist dieser trotz relativ hoher Genauigkeit als Massenprodukt sehr kostengünstig verfügbar. Durch die Verwendung eines Referenzwiderstands von ausreichender Genauigkeit, ist es möglich, den Widerstandswert des kostengünstigen Shuntwiderstands mit einer Genauigkeit zu messen, die dem Toleranzbereich eines Präzisionsshunts entspricht.

**[0008]** Durch die Möglichkeit, zu jedem beliebigen Zeitpunkt den Widerstandswert des Shuntwiderstands in gewünschter Genauigkeit ermitteln zu können, können Effekte wie z. B. Temperaturdrift oder Veränderung des Widerstandswertes des Shuntwiderstands durch Alterung erfasst werden.

**[0009]** In der EP 1 429 151 A1 (D3) wird eine Batteriezustandserkennung für eine Batterie, die mit einem Mikroprozessor in Verbindung steht offenbart. Hierbei wird zwischen dem Mikroprozessor und der Batterie eine Schaltungsanordnung ausgebildet, wobei die Schaltungsanordnung wenigstens Mittel zur Spannungserfassung, Mittel zum Spannungsvergleich sowie Mittel zur Erzeugung eines Ansteuerimpulses umfasst und diese Mittel über entsprechende Anschlüsse mit dem Mikroprozessor in Verbindung stehen. Dabei werden zur Bat-

teriezustandserkennung nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4 verschiedene gemessene Spannungen miteinander verglichen und das Vergleichsergebnis dem Mikroprozessor zugeführt.

**[0010]** In der DE 1 02 288 06 B3 (D4) werden in Ausführungsbeispielen neben dem Verbraucherstrom weitere Batterieparameter vorzugsweise in kurzen Zeitintervallen aufeinander folgend erfasst. Diese Parameter umfassen beispielsweise die Temperatur der Batterie und eine Klemmenspannung. Es erfolgen Strommessungen. Ist ein neuer Betriebszustand oder ist die Kombination mehrerer Betriebszustände schon einmal aufgetreten, so wird eine Strommessung nicht durchgeführt, da der bereits früher erfasste Stromwert, der diesem Betriebszustand zugeordnet ist, in einer Registeranordnung gespeichert ist, und zur Berechnung in der Recheneinheit geladen werden kann. Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer selbstkalibrierenden Vorrichtung zur Spannungsmessung, bei der Alterungserscheinungen von Bauelementen und Temperatureinflüsse bei der Messung der Spannung weitgehend eliminiert werden, sowie die Schaffung eines Verfahrens hierfür.

**[0011]** Gemäß der Erfindung enthält die Vorrichtung zur Spannungsmessung einen aus in Reihe geschalteten Widerständen gebildeten Spannungsteiler, über den beispielsweise die Spannung einer Batterie in einem Kraftfahrzeug gemessen wird. Zur Berücksichtigung von Alterungserscheinungen der Widerstände des Spannungsteilers wird zuerst ein tatsächliches Widerstandsverhältnis berechnet, indem eine Referenzstromquelle oder eine Referenzspannungsquelle mit dem Spannungsteiler verbunden wird. Der Spannungsteiler wird dann von der Referenzstrom- oder Referenzspannungsquelle getrennt und an die Batterie angeschlossen. Aus einer jetzt am Spannungsteiler abfallenden Spannung wird unter Berücksichtigung des vorher berechneten tatsächlichen Widerstandsverhältnisses der Widerstände des Spannungsteilers die tatsächliche Batteriespannung ermittelt. Dadurch ist es möglich, beispielsweise Alterungserscheinungen der Widerstände des Spannungsteilers bei der Messung der Batteriespannung zu berücksichtigen und in einfacher Weise einen korrekten Batteriespannungswert zu erhalten. Die Vorrichtung zur Spannungsmessung arbeitet dabei selbstkalibrierend, da zu jeder Zeit automatisch das tatsächliche Widerstandsverhältnis bestimmt werden kann.

**[0012]** An Stelle der Widerstände können auch andere Bauelemente vorgesehen sein an denen Spannung abfällt. Der in der Beschreibung genannte Begriff „Widerstand“ ist somit allgemein zu verstehen und schließt auch aktive Bauelemente mit ein, oder allgemeine Bauelemente, an denen Spannung abfällt.

**[0013]** Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung enthält die Vorrichtung einen Temperatursensor. Dieser erfasst beispielsweise kontinuierlich augenblickliche Temperaturwerte, wobei sich die Vorrichtung zur Spannungsmessung selbständig kalibriert, wenn beispielsweise bestimmte Temperaturwerte vorliegen.

**[0014]** Dadurch ist es möglich, Temperatureinflüsse bei der Messung der Batteriespannung in einfacher Weise zu berücksichtigen, ohne dass es notwendig ist, unverhältnismäßig teure Widerstände mit einer Genauigkeit von beispielsweise  $TK < 8 \text{ ppm/K}$  zu verwenden.

**[0015]** Gemäß einer weiteren Ausbildung der Erfindung enthält die Vorrichtung einen Speicher, in dem die bei bestimmten Temperaturen bereits berechneten Widerstandsverhältnisse gespeichert werden.

**[0016]** Dadurch ist es nicht notwendig, die Selbstkalibrierung erneut durchzuführen, wenn beispielsweise für bestimmte Temperaturen bereits Widerstandsverhältnisse berechnet und im Speicher gespeichert worden sind.

#### Aufgabenstellung

**[0017]** Die Vorrichtung und das Verfahren zur Spannungsmessung können in verschiedenen Bereichen eingesetzt werden, insbesondere dort, wo extrem genaue temperaturunabhängige Messergebnisse notwendig sind, ohne dass teure Bauelemente (Widerstände) mit extrem geringer Alterung und einem TK von unter 8 ppm/K verwendet werden müssen.

#### Ausführungsbeispiel

**[0018]** Im folgenden werden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben. Es zeigen:

**[0019]** Fig. 1 ein Blockdiagramm einer selbstkalibrierenden Vorrichtung zur Messung einer Batteriespannung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0020] **Fig. 2** ein Flussdiagramm eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum selbständigen Kalibrieren der Vorrichtung gemäß **Fig. 1**; und

[0021] **Fig. 3** ein Blockdiagramm einer selbstkalibrierenden Vorrichtung zur Messung einer Batteriespannung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0022] **Fig. 1** zeigt eine selbstkalibrierende Vorrichtung 1 zur Ermittlung einer Spannung  $V_0$  einer Batterie 2, die sich beispielsweise in einem Kraftfahrzeug (nicht gezeigt) befindet. Die Batteriespannung  $V_0$  wird über einen Spannungsteiler 3 gemessen, der durch in Reihe geschaltete Bauelemente (Widerstände)  $R_1$  und  $R_2$  gebildet ist. Die Widerstandswerte  $R_1$  und  $R_2$  entsprechen Widerstandswerten, die bei der Fertigung der Vorrichtung bei einer Temperatur vorliegen. Die Vorrichtung ist also in der Fertigung zumindest bei dieser Temperatur kalibriert.

[0023] Im laufenden Betrieb ändern sich die Temperatur und die Werte  $R_1$  und  $R_2$  auf  $R_3$  und  $R_4$ .

[0024] **Fig. 1** zeigt einen ersten Spannungsmesser 4, der eine am Widerstand  $R_1$  ( $R_3$ ) abfallende Spannung messen kann, und einen zweiten Spannungsmesser 5, der eine über dem Widerstand  $R_2$  ( $R_4$ ) abfallende Spannung messen kann.

[0025] Die von den Spannungsmessern 4 und 5 gemessenen Spannungen  $V_1$  und  $V_2$  werden beispielsweise jeweils durch Verstärker 6a, b verstärkt, durch Chopper (nicht gezeigt) gechopppt, von A/D-Wandlern 7a, b gewandelt, durch einen Dechopper (nicht gezeigt) dechopppt und von einem Filter (nicht gezeigt) gefiltert, bevor die Messsignale zur weiteren Verarbeitung an einen Mikroprozessor (CPU) 8 gelangen.

[0026] Alternativ kann eine Multiplextechnik verwendet werden. In diesem Fall reicht ein A/D-Wandler 7 bzw. ein Verstärker 6 aus.

[0027] Die Vorrichtung 1 enthält ferner einen Temperatursensor 9. Das von dem Temperatursensor 9 gelieferte Temperatursignal wird beispielsweise durch einen Verstärker 10 verstärkt und durch einen A/D-Wandler 11 in ein digitales Signal gewandelt, bevor es an einen Prozessor 8 zur weiteren Verarbeitung gelangt.

[0028] **Fig. 1** zeigt ferner einen ersten Schalter 12, der in seinem geschlossenen Zustand die Batteriespannung  $V_0$  mit dem Spannungsteiler 3 verbindet. Der Schalter 12 ist vorzugsweise steuerbar, wobei das Öffnen und das Schließen des Schalters 12 durch den Mikroprozessor 8 gesteuert werden kann.

[0029] Das bevorzugte Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 1 enthält ferner einen zweiten Schalter 13. Der Schalter 13 ist ebenfalls durch den Mikroprozessor 8 steuerbar und kann von diesem geschlossen und geöffnet werden. In dem geschlossenen Zustand des Schalters 13 wird eine Referenzstromquelle (vorzugsweise eine Konstantstromquelle) 14 mit dem Spannungsteiler 3 verbunden. Anstelle der Konstantstromquelle 14 kann auch eine Spannungsquelle verwendet werden.

[0030] Die beiden Schalter 12 und 13 werden von dem Mikroprozessor 8 beispielsweise im Gegentakt gesteuert, so dass sichergestellt ist, dass immer nur einer der Schalter 12, 13 geschlossen und der andere offen ist. Alternativ können aber auch beide Schalter gleichzeitig geschlossen sein.

[0031] **Fig. 1** zeigt ferner einen Speicher 15, der beispielsweise ein EEPROM ist, in welchem Temperaturwerte und Berechnungsergebnisse des Mikroprozessors 8 gespeichert werden können. Speziell werden tatsächliche Widerstandsverhältnisse der Widerstände des Spannungsteilers 3 zusammen mit den entsprechenden Temperaturwerten gespeichert, so dass ein einmal berechnetes Widerstandsverhältnis für eine bestimmte Temperatur später wieder verwendet werden kann.

[0032] Wie später unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben wird, berechnet der Mikroprozessor 8 aus einem Batteriespannungsmesswert basierend auf dem tatsächlichen Widerstandsverhältnis der Widerstände  $R_3$  und  $R_4$  eine tatsächliche Batteriespannung, bei der Temperatureinflüsse und Alterungserscheinungen der Widerstände berücksichtigt sind. Dieses tatsächliche Batteriespannung kann von dem Mikroprozessor 8 nach außen zur weiteren Verarbeitung gegeben werden, beispielsweise an eine Anzeige 16, an eine Generatorsteuerung 17 oder ein Batteriemonitoringgerät zur Berechnung des Batteriezustandes.

[0033] Im folgenden wird unter Bezugnahme auf **Fig. 2** die Funktionsweise der sich selbst kalibrierenden Vorrichtung gemäß **Fig. 1** beschrieben.

**[0034]** Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur selbständigen Kalibrierung der Vorrichtung zur Messung einer Batteriespannung gemäß Fig. 1 wird beispielsweise kontinuierlich in Schritt S0 durch den Temperatursensor 9 eine Temperatur T in der Umgebung der Vorrichtung 1 gemessen und an den Mikroprozessor 8 geliefert.

**[0035]** Dieser vergleicht in Schritt S1 den erhaltenen Temperaturwert T mit vorher festgelegten Werten, die beispielsweise im Speicher 15 gespeichert sein können. Diese Werte sind typischerweise Werte, bei denen Messergebnisse des Spannungsteilers aufgrund von Temperaturabhängigkeiten der Widerstände verfälscht sein können. Stimmt ein erhaltener Temperaturwert T mit einem im Speicher 15 gespeicherten Wert S überein, dann wird das Verfahren in Schritt S2 fortgesetzt, wo das eigentliche Kalibrieren, gegebenenfalls abhängig vom Bordnetzzustand und der Temperatur erst beginnt.

**[0036]** Stimmt ein erhaltener Temperaturwert T mit einem im Speicher 15 gespeicherten Wert S nicht überein, wird zu Schritt S0 zurückgesprungen. In diesem Fall ist kein Kalibrieren aufgrund von Temperaturänderungen notwendig.

**[0037]** In Schritt S2 wird der Spannungsteiler 3 von der Batterie getrennt, indem der Mikroprozessor 8 den Schalter 12 öffnet.

**[0038]** Anschließend wird in Schritt S3 der Schalter 13 vom Mikroprozessor 8 geschlossen, wodurch die Stromquelle 14 mit dem Spannungsteiler 3 verbunden wird.

**[0039]** Die Schritte S2 und S3 können auch derart abgewandelt sein, dass beide Schalter gleichzeitig geschlossen sind, so dass es nicht notwendig ist, die Batteriespannung vom Spannungsteiler zu trennen.

**[0040]** Es fließt nun ein Konstantstrom I im Spannungsteiler 3. Folglich fällt an den Widerständen  $R_3$  und  $R_4$  jeweils eine Spannung  $V_1$  und  $V_2$  ab, die jeweils von den Spannungsmessern 4 und 5 in Schritt S4 erfasst und nach entsprechender Verarbeitung (wie unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben) an den Mikroprozessor 8 weitergeleitet werden.

**[0041]** Unter der Annahme, dass Messwerte linear mit Eingangswerten zusammenhängen ( $V_{\text{Mess}} = a + b \times V_{\text{ein}}$ ) liefern die Spannungsmesser 4, 5 bei einer Temperatur T die folgenden Messwerte:

$$V_1(T) = a_1(T) + b_1(T) R_3 \times I(T) \quad (1)$$

$$V_2(T) = a_2(T) + b_2(T) R_4 \times I(T) \quad (2)$$

**[0042]**  $V_1(T)$  ist die bei der Temperatur T ermittelte Spannung über dem Widerstand  $R_3$ . Die Faktoren  $a_1(T)$  und  $b_1(T)$  hängen von zahlreichen Parametern ab, wobei a etwa 0 und b etwa 1 ist. Diese Parameter  $a_1$  und  $b_1$  werden während der einmaligen Kalibrierung in der Fertigung bei einer bestimmten Temperatur ermittelt.  $I(T)$  ist der bei der Temperatur T von der Stromquelle 14 gelieferte Konstantstrom.

**[0043]** In Schritt S5 berechnet der Mikroprozessor 8 aus dem Verhältnis der Spannungen  $V_1(T)$  und  $V_2(T)$  das tatsächliche Widerstandsverhältnis der Widerstände  $R_3$  und  $R_4$  des Spannungsteilers 3, das bei der Temperatur T vorliegt.

**[0044]** Dieses berechnete Widerstandsverhältnis kann beispielsweise zusammen mit dem Temperaturwert T im Speicher 15 gespeichert werden, um später wieder verwendet zu werden.

**[0045]** Als nächstes wird in Schritt S6 die Stromquelle 14 durch Öffnen des Schalters 13 von dem Spannungsteiler 3 getrennt, und die Batterie 2 wird durch Schließen des Schalters 12 mit dem Spannungsteiler 3 verbunden. Die Schalter 12, 13 werden dabei durch den Mikroprozessor 8 gesteuert, wie oben beschrieben.

**[0046]** In Schritt S7 wird nun die am Widerstand  $R_4$  des Spannungsteilers 3 abfallende Spannung  $V_3(T)$  gemessen. Es gilt:

$$V_3(T) = a_3(T) + b_3(T) \frac{R_4}{R_3 + R_4} V_0 ;$$

(3)  
wobei  $V_0$  die gesuchte tatsächliche Batteriespannung ist.

**[0047]** Gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Widerstand  $R_4$  sehr viel kleiner als  $R_3$  (beispielsweise gilt  $R_3 = 47 \text{ K}\Omega$ ;  $R_4 = 100 \Omega$ ). Die Gleichung (3) kann daher folgendermaßen genähert werden:

$$V_3(T) = a_3(T) + b_3(T) \frac{R_4}{R_3} V_0 ;$$

(4)

**[0048]** Durch Umformulierung der Gleichungen (1), (2) und (4) ergibt sich die gesuchte Batteriespannung  $V_0$ :

$$[V_1(T) - a_1(T)]/b_1(T) = R_3 \cdot I(T)$$

$$[V_2(T) - a_2(T)]/b_2(T) = R_4 \cdot I(T) \text{ und}$$

$$V_0 = [V_3(T) - a_3(T)] \cdot R_3/R_4/b_3(T) = [V_3(T) - a_3(T)] \cdot [V_1(T) - a_1(T)]/[V_2(T) - a_2(T)] \cdot b_1(T) \cdot b_2(T)/b_3(T)$$

$V_0$  und  $a_i$ ,  $b_i$  können jedoch wie folgt genähert werden:

$$V_0 = V_0(T=0) + dV/dT(T=0) \cdot T,$$

$$a_i(T) = a_i(0) \cdot (1 + x_i \cdot T)$$

$$b_i(T) = b_i(0) \cdot (1 + y_i \cdot T)$$

**[0049]** Hieraus ergeben sich

$$\begin{aligned} V_0 = & [V_3(T) - a_3(0)] \cdot [V_1(T) - a_1(0)] / [V_2(T) - a_2(0)] \cdot b_1(0) \cdot b_2(0) / b_3(0) \\ & - x_3 \cdot a_3(0) \cdot [V_1(T) - a_1(0)] / [V_2(T) - a_2(0)] \cdot b_1(0) \cdot b_2(0) / b_3(0) \\ & - x_1 \cdot [V_3(T) - a_3(0)] \cdot a_1(0) / [V_2(T) - a_2(0)] \cdot b_1(0) \cdot b_2(0) / b_3(0) \\ & + x_2 \cdot [V_3(T) - a_3(0)] \cdot [V_1(T) - a_1(0)] \cdot a_2(0) / [V_2(T) - a_2(0)]^2 / \\ & \quad b_1(0) \cdot b_2(0) / b_3(0) \\ & - y_1 \cdot [V_3(T) - a_3(0)] \cdot [V_1(T) - a_1(0)] / [V_2(T) - a_2(0)] \cdot b_1(0) \cdot b_2(0) / b_3(0) \\ & + y_2 \cdot [V_3(T) - a_3(0)] \cdot [V_1(T) - a_1(0)] / [V_2(T) - a_2(0)] \cdot b_1(0) \cdot b_2(0) / b_3(0) \\ & - y_3 \cdot [V_3(T) - a_3(0)] \cdot [V_1(T) - a_1(0)] / [V_2(T) - a_2(0)] \cdot b_1(0) \cdot b_2(0) / b_3(0) = \\ & [V_3(T) - a_3(0)] \cdot [V_1(T) - a_1(0)] / [V_2(T) - a_2(0)] \cdot z(0) \cdot \\ & [1 - y_1 + y_2 - y_3 \\ & - x_1 \cdot a_1(0) / [V_1(T) - a_1(0)] \\ & + x_2 \cdot a_2(0) / [V_2(T) - a_2(0)] \\ & - x_3 \cdot a_3(0) / [V_3(T) - a_3(0)]] \end{aligned}$$

mit  $z(0) = b_1(0) \cdot b_2(0) / b_3(0)$ ;  $x_i$  und  $y_i$  liegen in der gleichen Größenordnung,  $a_i$  ist jedoch wesentlich kleiner als  $V_0$ . Die zu ermittelte Batteriespannung beträgt also

$$V_0 = [V_3(T) - a_3(0)] \cdot [V_1(T) - a_1(0)] / [V_2(T) - a_2(0)] \cdot z(0) \cdot [1 - y_1 + y_2 - y_3]$$

**[0050]** Da alle Temperaturkoeffizienten  $y_i$  bei geeigneter Auswahl des Verstärkers ähnliche Werte aufweisen, ist der Fehler der Spannungsmessung nur noch etwa 8ppm/K.

**[0051]** In Schritt S8 wird die korrekte tatsächliche Batteriespannung weiter verarbeitet, beispielsweise an die

Generatorschaltung 17 gemäß Fig. 1 weitergegeben oder einfach auf der Anzeige 16 gemäß Fig. 1 angezeigt.

[0052] In Schritt S9 endet das für die Temperatur T durchgeführte Verfahren zur Selbstkalibrierung der Vorrichtung 1.

[0053] Fig. 3 zeigt ein Blockdiagramm einer selbstkalibrierenden Vorrichtung zur Messung einer Batteriespannung einer Batterie 2 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel, wobei in Fig. 3 gleiche oder entsprechende Bauteile gleiche Bezugsziffern aufweisen, wie in Fig. 1.

[0054] Im Gegensatz zu dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 enthält das zweite Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 einen Multiplexer 18, der von einer Steuerung (CPU) 8 entsprechend gesteuert wird. Somit ist es möglich, nur einen Verstärker 6, einen A/D-Wandler 7 und ein Filter 19 zu verwenden.

[0055] Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist eine Referenzspannung 20 mit dem A/D-Wandler 7 verbunden und kann durch Schließen des Schalters 13 mit dem Spannungsteiler 3 verbunden werden.

[0056] Der Spannungsteiler 3 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist beispielsweise aus in Serie geschalteten Widerständen  $R_3 = 50 \text{ K}\Omega$  und  $R_4 = 100 \text{ }\Omega$  gebildet.

[0057] Wie in Fig. 3 gezeigt, ist ein Knotenpunkt zwischen den Widerständen  $R_3$  und  $R_4$  direkt mit dem Multiplexer 18 verbunden. Der Widerstand  $R_3$  ist mit einem Ende mit den Schaltern 12 und 13 jeweils verbunden. Die Schalter 12 und 13 werden durch den Controller 8 entsprechend gesteuert. Wenn der Schalter 13 geschlossen ist, ist das eine Ende des Widerstandes  $R_3$  mit der Referenzspannung 20 verbunden. Wenn der Schalter 12 geschlossen ist, ist das eine Ende des Widerstandes  $R_3$  mit dem Pluspol der Batterie 2 verbunden.

[0058] Ein Ende des Widerstandes  $R_4$  ist mit dem Minuspol der Batterie 2 und mit dem Verstärker 6 verbunden. Der Verstärker 6 weist beispielsweise einen Gain von 1/5/24/100 auf.

[0059] Fig. 3 zeigt ferner einen Widerstand 21, der beispielsweise die Größenordnung von 50..200  $\mu\Omega$  aufweist. Der Widerstand 21 ist mit seinem einen Ende mit dem Minuspol der Batterie 2, dem einen Ende des Widerstandes  $R_4$  und dem Verstärker 6 verbunden. Das andere Ende des Widerstandes 21 ist mit Masse und mit dem Multiplexer 18 verbunden.

[0060] Wie in Fig. 3 gezeigt, sind beispielsweise der Multiplexer 18, der Verstärker 6, der A/D-Wandler 7, das Filter 19, die Referenzspannung 20, der Controller 8 und ein Speicher (beispielsweise RAM, ROM, EEPROM) 15 auf einem ASIC-Bauelement 22 ausgebildet.

[0061] Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist der Temperatursensor 9 separat von dem ASIC-Bauelement 22 ausgebildet und mit dem Multiplexer 18 verbunden.

[0062] Ähnlich wie gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel kann der Controller 8 Batteriezustandssignale an eine Anzeige oder eine Generatorsteuerung (nicht gezeigt) ausgeben.

[0063] Gemäß dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel liefert die Referenzspannung einen Wert von 1,3 Volt.

[0064] Obwohl die Erfindung im vorangegangenen im Einzelnen und unter Bezugnahme auf ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel beschrieben wurde, ist es selbstverständlich, dass Modifikationen und Änderungen vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

[0065] Speziell kann beispielsweise die Referenzstrom- oder Referenzspannungsquelle außerhalb der Vorrichtung zur Spannungsmessung ausgebildet sein. Die einzelnen Elemente der Vorrichtung 1 zur Spannungsmessung können beispielsweise vollständig oder teilweise durch einen ASIC-Baustein realisiert werden, wobei in dem Speicher ein Softwareprogramm enthalten sein kann.

[0066] Das Kalibrieren kann beispielsweise zusätzlich oder alternativ periodisch unabhängig von der Temperatur zu beliebigen Zeitpunkten durchgeführt werden.

[0067] Die Selbstkalibrierung kann beispielsweise auch durchgeführt werden, wenn der Batteriestrom einen vorbestimmten Schwellenwert unter- bzw. überschreitet.

**Patentansprüche**

1. Vorrichtung zur Spannungsmessung, enthaltend:  
einen durch in Reihe geschaltete Bauelemente R3, R4, an denen Spannung abfällt, gebildeten Spannungsteiler (3) zur Messung einer Batteriespannung  $V_0$ ;  
einen ersten Schalter (12), der in seiner offenen Stellung die Batteriespannung von dem Spannungsteiler (3) trennt;  
einen zweiten Schalter (13), der in seiner geschlossenen Stellung eine Referenzstromquelle oder eine Referenzspannungsquelle mit dem Spannungsteiler (3) verbindet;  
eine Messvorrichtung zur Messung jeweiliger am Spannungsteiler (3) abfallender Spannungen; und  
eine Berechnungsvorrichtung (8), die ein tatsächliches Verhältnis, der an den Bauelementen R3, R4 abfallenden Spannungen des Spannungsteilers (3) basierend auf den gemessenen Spannungen berechnet, wenn der zweite Schalter (13) geschlossen ist, und eine tatsächliche Batteriespannung basierend auf dem berechneten Widerstandsverhältnis ermittelt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Temperatursensor (9) enthalten ist, der einen augenblicklichen Temperaturwert erfasst, wobei bei vorbestimmten Temperaturwerten die Berechnungsvorrichtung (8) das Verhältnis, der an den Bauelementen R3, R4 abfallenden Spannungen des Spannungsteilers (3) berechnet und die tatsächliche Batteriespannung (8) basierend auf dem Widerstandsverhältnis bei dieser Temperatur ermittelt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Speicher (15) enthalten ist, der das für eine bestimmte Temperatur berechnete Verhältnis, der an den Bauelementen R3, R4 abfallenden Spannungen speichert.
4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an Stelle der Bauelemente Widerstände R3 und/oder R4 vorgesehen sind.
5. Verfahren zur selbständigen Kalibrierung einer Vorrichtung zur Spannungsmessung, mit den Schritten:  
a) Verbinden (S3) einer Referenzstrom- oder Referenzspannungsquelle mit dem Spannungsteiler (3), um jeweilige am Spannungsteiler (3) abfallenden Spannungen zu messen (S4);  
b) Berechnen (S5) eines tatsächlichen Verhältnis, der an den Bauelementen R3, R4 abfallenden Spannungen des Spannungsteilers (3) basierend auf den gemessenen Spannungen;  
c) Ermitteln der Batteriespannung  $V_0$  mit Hilfe des Spannungsteilers (3) unter Berücksichtigung des berechneten Verhältnisses, der an den Bauelementen R3, R4 abfallenden Spannungen.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Temperatur T gemessen wird und bei vorbestimmten Temperaturen die Schritte a)-c) durchgeführt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein für eine bestimmte Temperatur berechnetes Verhältnis, der an den Bauelementen R3, R4 abfallenden Spannungen des Spannungsteilers (3) gespeichert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass an Stelle der Bauelemente Widerstände R3 und/oder R4 vorgesehen sind.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



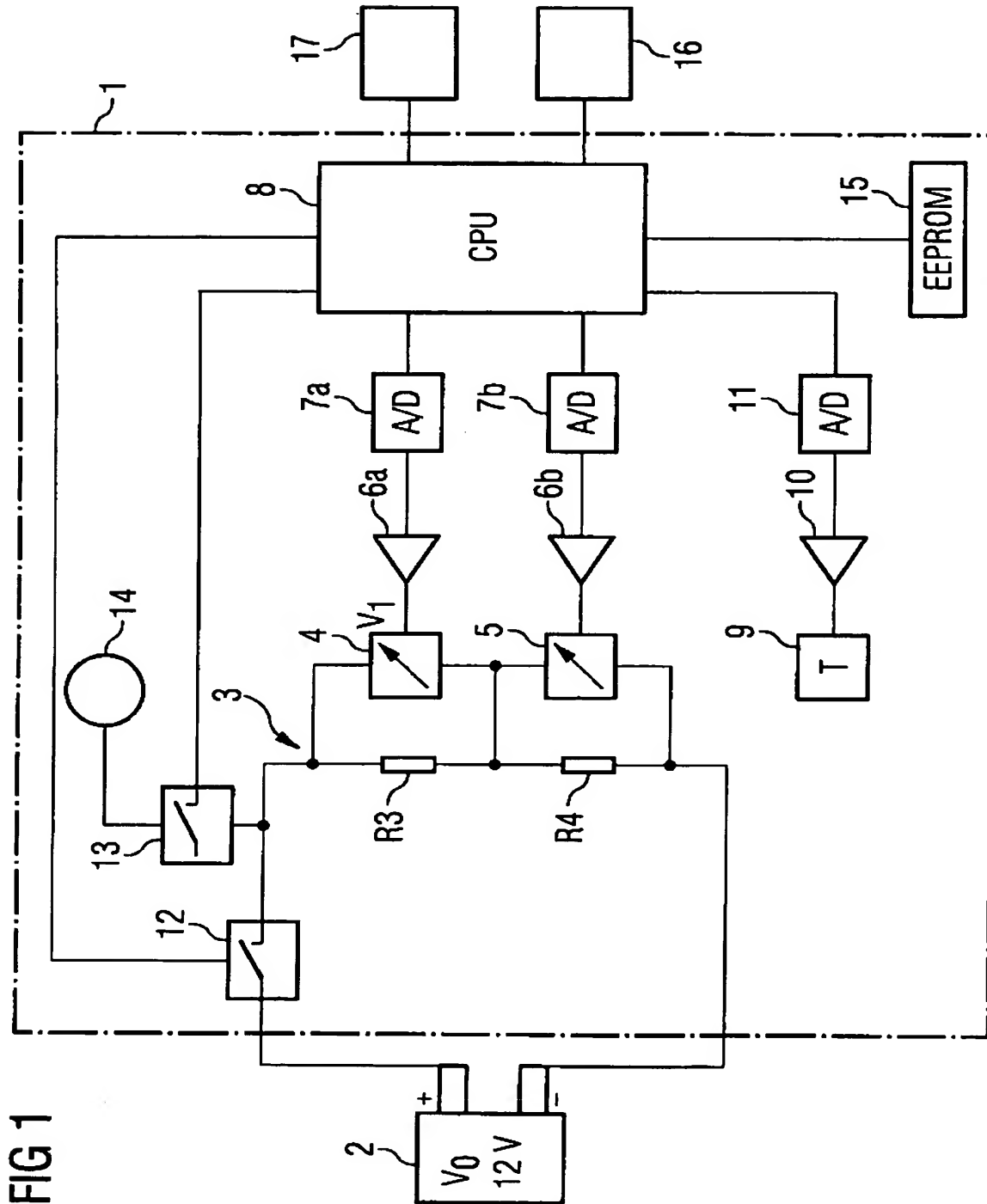


FIG 1

FIG 2

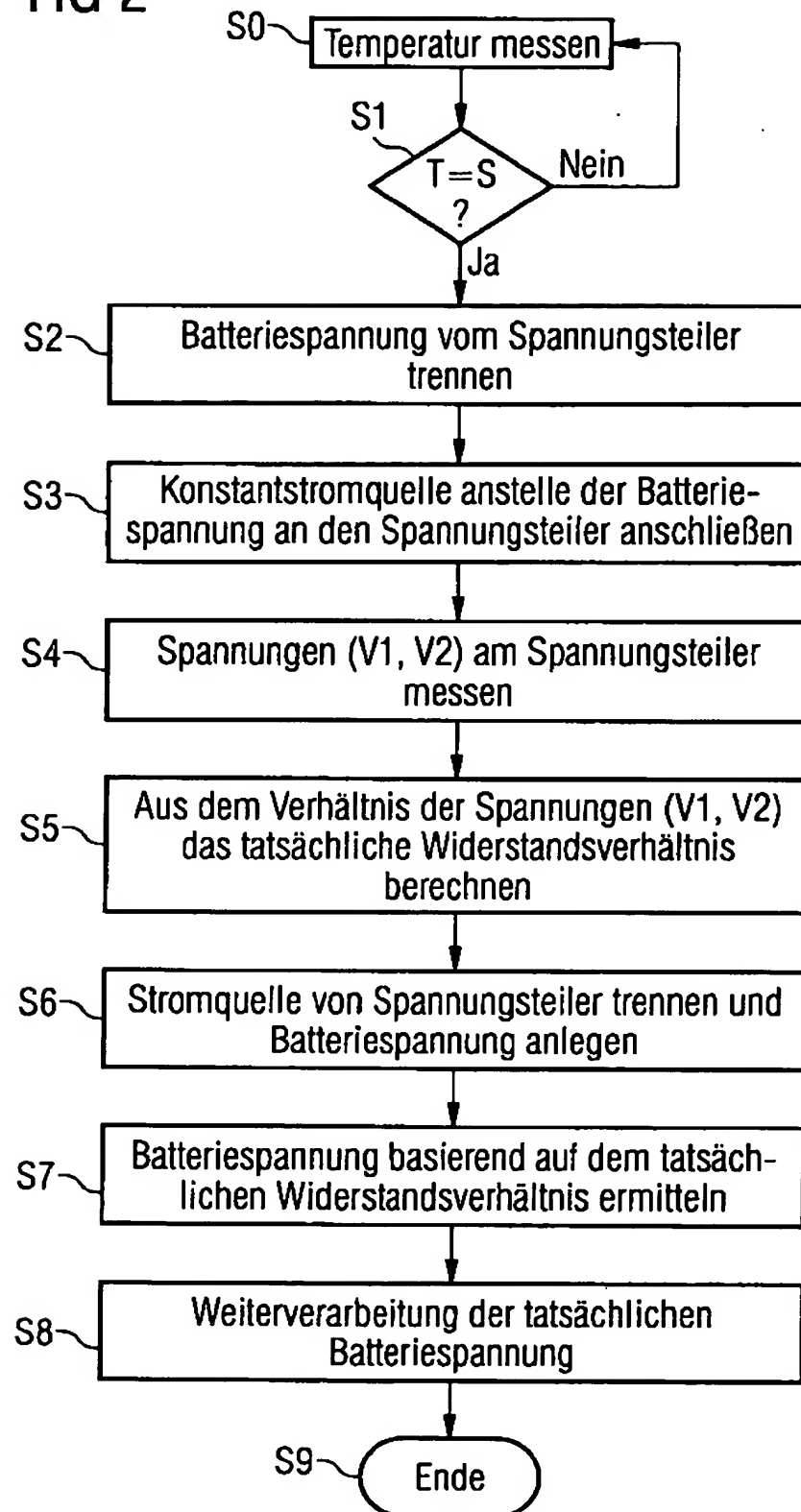
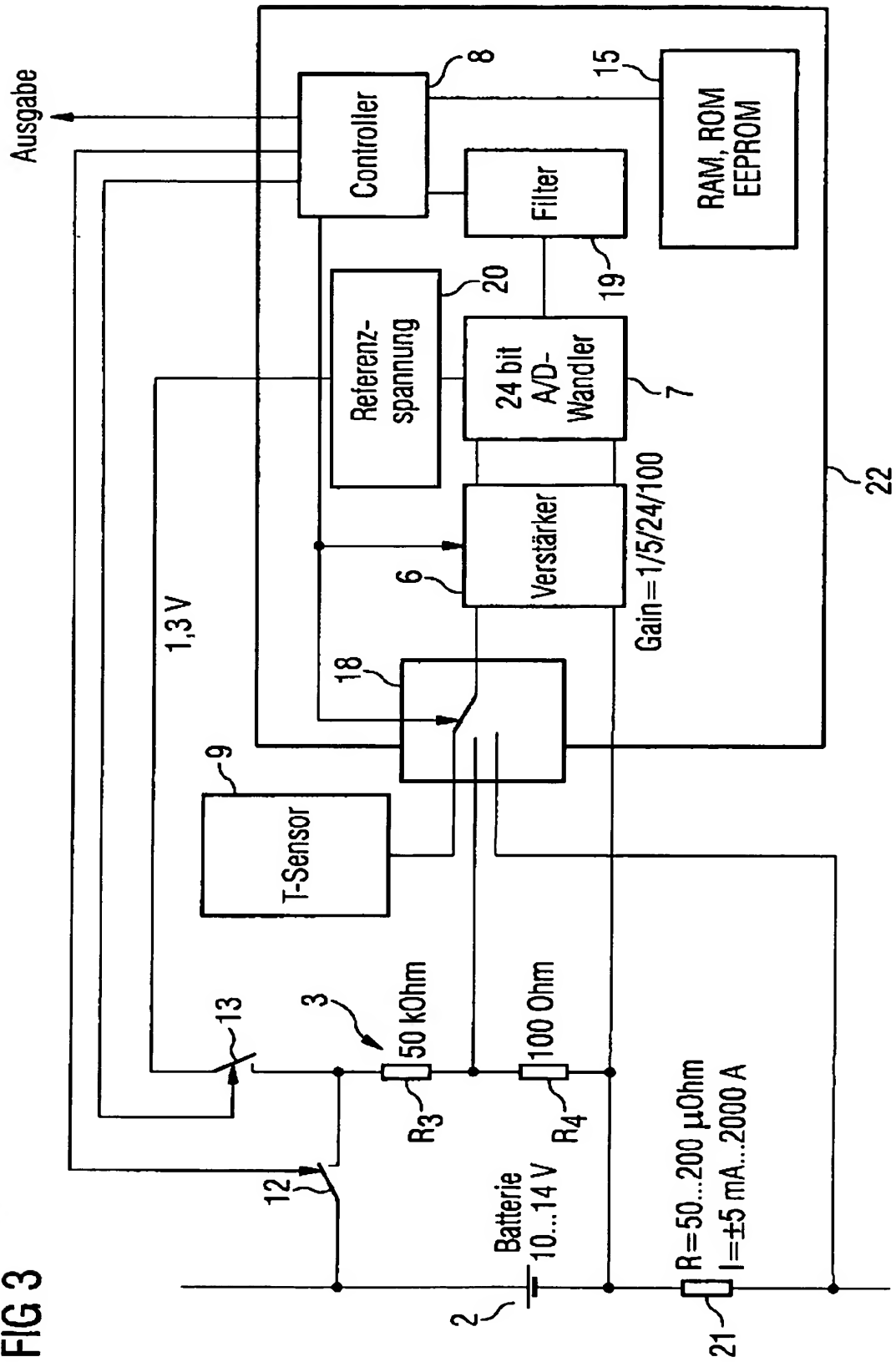


FIG 3



**Self-calibrating device for measuring voltage and corresponding method**

**Patent number:** DE102004022556  
**Publication date:** 2005-10-27  
**Inventor:** GRAF MICHAEL (DE)  
**Applicant:** SIEMENS AG (DE)  
**Classification:**  
- international: **G01R15/04; G01R19/32; G01R31/36; G01R35/00;  
G01R15/00; G01R19/32; G01R31/36; G01R35/00;  
(IPC1-7): G01R31/36; G01R15/04; G01R19/32;  
G01R35/00**  
- european: G01R31/36M; G01R31/36M3V  
**Application number:** DE200410022556 20040507  
**Priority number(s):** DE200410022556 20040507

**Also published as:**

US2005248351 (A)  
FR2869999 (A1)

**Report a data error he**

Abstract not available for DE102004022556

Abstract of corresponding document: **US2005248351**

A device for measuring a battery voltage is a self-calibrating device. The battery voltage is connected to voltage divider formed of series-connected resistors, or components that are subject to a voltage drop. For the purposes of calibration the voltage divider is separated from the battery voltage and a reference current or reference voltage source is connected to the voltage divider in its place. The voltages dropping across the voltage divider are measured and an actual resistance ratio of the resistors of the voltage divider is calculated, based on the measured voltages. The voltage divider is then re-connected to the battery voltage that is to be measured and a battery voltage is determined with the aid of the voltage divider, taking into account the calculated resistance ratio.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**Self-calibrating device for measuring voltage and corresponding method****Patent number:** US2005248351**Publication date:** 2005-11-10**Inventor:** GRAF HANS-MICHAEL (DE)**Applicant:** SIEMENS AG**Classification:****- International:** **G01R15/04; G01R19/32; G01R31/36; G01R35/00;  
G01R15/00; G01R19/32; G01R31/36; G01R35/00;  
(IPC1-7): H02J7/04****- european:** G01R31/36M; G01R31/36M3V**Application number:** US20050125550 20050509**Priority number(s):** DE200410022556 20040507**Also published as:**

FR2869999 (A1)

DE102004022556 (B)

**Report a data error he****Abstract of US2005248351**

A device for measuring a battery voltage is a self-calibrating device. The battery voltage is connected to voltage divider formed of series-connected resistors, or components that are subject to a voltage drop. For the purposes of calibration the voltage divider is separated from the battery voltage and a reference current or reference voltage source is connected to the voltage divider in its place. The voltages dropping across the voltage divider are measured and an actual resistance ratio of the resistors of the voltage divider is calculated, based on the measured voltages. The voltage divider is then re-connected to the battery voltage that is to be measured and a battery voltage is determined with the aid of the voltage divider, taking into account the calculated resistance ratio.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**